

Romé de l'Isle en de structuurtheorie

door R. Hooykaas.

548.1

Romé de Lisle deemed a general structure theory premature while the description of crystal forms was very incomplete. For some better known minerals, however, he ventured to give a theory, e.g. for calx spar. His opinions on this matter are very unsatisfactory and wavering. He does not explain the different forms of calx spar by the same arrangement of the same molecules. In some cases he admits cleavage rhombohedra as crystal molecules; in other cases he propounds a lamellar structure; for other forms he supposes equilateral triangles and sometimes he explains different forms by different arrangement of the same scalene triangular rhombohedral molecules or by different arrangement of the same rhombohedral molecules. Moreover he does not succeed in reducing all varieties of calx spar to the same primitive form.

1. *Romé's afwijzing van structuurtheorieën.*

Romé de Lisle is de eerste, die een exacte en veel omvattende beschrijving van de kristallen opgesteld heeft. Hij ziet evenwel, dat deze taak nog lang niet af is ¹⁾ en daarom is hij van mening, dat de tijd niet rijp is om „in navolging van *Bergman*” nu reeds de inwendige structuur der kristallen te bepalen. Het is

volgens hem beter eerst de inventaris op te maken van alle kristalvormen die een bepaalde soort vertonen kan, omdat men anders gevaar loopt een theorie op te stellen, die op bepaalde variëteiten past, maar door andere, die men nog niet kent, weersproken zal worden.

Je n'ignore pas, qu'à l'imitation du célèbre *Bergman*, quelques

physiciens s'occupent actuellement parmi nous à démontrer par des figures et des calculs géométriques, le mécanisme de la construction particulière à quelques cristaux qui se laissent diviser facilement à l'aide d'un instrument tranchant: leurs tentatives méritent certainement d'être encouragées; mais je crois qu'avant de chercher à pénétrer le travail secret de la Nature dans l'arrangement très-varié des molécules d'une substance cristalline quelconque, il faudroit commencer par connoître et par étudier toutes les variétés de formes dont une même espèce est susceptible, autrement on s'expose à donner des théories qui, quoique applicables à certaines variétés, peuvent être sur le champ démenties par d'autres auxquelles on ne s'attendoit pas²⁾.



Fig. 1. Romé de l'Isle.

Als voorbeeld van een dergelijke tegenspraak wordt nu de *granaat* aangehaald. Daarbij wordt voor het eerst de naam van „M. l'abbé Haüy” uitdrukkelijk genoemd: Haüy heeft op grond van het feit, dat „granaat met 24 vlakken” * ontstaat door ruitvormige labellen te leggen op de 12 vlakken van de dodekaedergranaat *, geconcludeerd, dat deze laatste resultaat was van de aaneenlegging van 4 rhomboïdale parallelpipeda. Men kan echter even goed aannemen, dat de dodekaeder ontstaat uit zes tetragonale pyramiden (octaèdres surbaissés) en deze onderstelling (conjecture) wordt zelfs begunstigd door het feit, dat granaatdodekaeders de streping niet volgens ruitvormige, maar volgens *vierkante* figuren vertonen³⁾, wat strijdig is met Haüy's theorie. Dit voorbeeld is volgens Romé voldoende om ons op de hoede te doen zijn tegen deze „vermeende meetkundige bewijzen”: juist omdat hij zoveel kristallen gezien heeft, waagt hij het niet een theorie over het inwendige mechanisme van hun gedaanteverwisselingen op te

*) Zie Chem. Weekblad 47, 299 (1951), fig. 4, no. 2 en no. 1.

stellen; misschien zal men daar eens in slagen, maar dan zeker niet door het kleine aantal dat zich splijten laat, te verminken om een vermeende „kern” te vinden⁴⁾, die erin zou zitten en die, als hij er in zat, zelf weer een verklaring nodig zou hebben.

Cet exemple doit suffire pour nous mettre en garde contre ces prétendues démonstrations géométriques dont on fait tant de bruit... C'est précisément par la raison que j'ai vu beaucoup de cristaux, que je ne crois pas que nous puissions de sitôt hasarder aucune théorie sur le mécanisme interne et caché de leurs métamorphoses. On y arrivera peut-être un jour; mais ce ne sera point en mutilant et dépeçant le petit nombre de cristaux qui se prêtent à cette division mécanique, pour aller chercher dans leur centre un prétendu *noyau* qu'on y suppose, et qui, lors même qu'il y existeroit, seroit encore inexplicable par la géométrie seule, ou des spéculations purement mathématiques⁵⁾.

Als degene, die met scherpste het feit constateert, dat wèl de hoeken, maar niet de vlakken, ribben, enz. van een kristal constante waarde hebben, dus dat kristallen geen meetkundige vorm bezitten, verwerpt Romé eveneens de pogingen om door *zuiver* meetkundige speculatie achter de structuur te komen. Wel hebben, zo zegt Romé, de elementaire polyeders (dus de moléculen intégranten) een meetkundig streng bepaalde vorm, maar dit geldt niet van de secundaire polyeders (dus de kristallen) die door hun aggregatie ontstaan. (Er is ongelijkmatige groei en „afstomping”).

Als dus (zoals *de Mairan* meent) een kubus opgebouwd zou zijn uit een zeker aantal vierzijdige pyramiden, dan zouden de afstompingen, die er dikwijls aan optreden, onmogelijk zijn (il ne faut pas croire... qu'on puisse expliquer cette agrégation par des spéculations purement géométriques⁶⁾).

Op deze wijze heeft Romé een treffende critiek uitgeoefend op de speculaties van *de Mairan* en vooral van *Bergman* (1780) — al noemt hij de laatste in dit verband niet — die pogen door een puur meetkundig spel de polyeders te verdelen in pyramiden.

Romé heeft dus de pogingen van zijn tijd om een structuurtheorie op te stellen (de op splijting berustende lamellentheorie en de op zuiver meetkundige speculatie berustende pyramidentheorie) verworpen als voorbarig, omdat de kristalbeschrijving nog in de kinderschoenen stond.

2. Romé's opvattingen van structuur.

Inderdaad heeft Romé zelf nooit een werkelijke structuurtheorie opgesteld of een uitgewerkte verklaring gegeven, hoe de ene kristalvorm door structuurverandering in de andere kan overgaan. Men krijgt echter de indruk, dat de druiven hem te zuur zijn, dat hij wat hij bij anderen voorbarig acht, zèlf graag gedaan zou hebben. Voortdurend doet hij, ondanks zijn luide verklaringen dat de tijd nog niet rijp is voor het opbouwen van een structuurtheorie, zelf pogingen daartoe. Er leven echter voorstellingen in zijn brein, die hem steeds weer een doodlopende weg opdrijven en het hem onmogelijk maken iets bruikbaar te bereiken.

Wat is nu de oorzaak van deze onmacht? Die oorzaak is, dat hij wèl aanneemt, dat een primitieve vorm door een continue reeks van steeds verder gaande afstompingen tenslotte voor het oog geheel verdwijnen kan (octaëder wordt kubus),

dat hij wèl aanneemt, dat de vorm der moleculen daarbij niet verandert (behalve dan in gevallen waarin hij dit beginsel loslaat),

maar dat hij niet aanneemt, dat daarbij ook de rangschikking der moleculen onveranderd blijft.

Hoe zou hij zich in detail moeten voorstellen, dat bij een octaëder, die een *weinig* door kubusvlakken afgestompt is, de rangschikking der moleculen een *weinig* verandert; daarna bij verdere afstomping nog meer verandert (hoewel toch de tweevlakshoeken dezelfde blijven), totdat de kubusvorm bereikt is? En wat te denken als daarna nog weer rhombendodekaëdervlakken gaan optreden? Het was inderdaad het veiligst zich hier in stilzwijgen te hullen en bijv. de z.g. inversie⁷⁾ wel vagelijk toe te schrijven aan tegengestelde rangschikking der deeltjes, maar zich achter het „ondoordringbaar geheim” te verschuilen en zichzelf van de plicht tot een nadere verklaring te ontslaan.

Wat de primitieve kristallen betreft, leek het probleem echter zó eenvoudig, dat de structuur zich als het ware vanzelf aanbood. Evenals *Leeuwenhoek* en *Guglielmini* neemt *Romé* aan, dat de aaneenlegging van kubusvormige moleculen tot kubusvormige (of althans balkvormige) kristallen leidt. Ook het kwarts is volgens hem eenvoudig, maar hij onthoudt zich toch wijselijk van nadere specificatie, hoe hij zich de opbouw van een grote hexagonale bipyramide uit kleine lichaampjes van dezelfde vorm indenkt.

Quant à la forme *constamment hexagone* (du cristal de roche), il n'est plus difficile d'en rendre raison, par l'intime réunion des molécules similaires et déjà figurées qui constituent ses cristaux, qu'il ne l'est d'expliquer la figure *constamment cubique* du sel marin, par l'agrégation des molécules intégrantes essentiellement cubiques dont il est composé⁸⁾.

Ten opzichte van de afgewezen lamellentheorie is *Romé* in de practijk ook niet zo consequent als men wel verwachten mocht. Hij vermeldt o.a. bij zwaarspaat en veldspaat, dat zij een lamellaire structuur hebben (addition de lames cristallisées toujours décroissante⁹⁾; cette variété est produite par la superposition de nouvelles lames cristallines¹⁰⁾.

Het blijkt bovendien, dat hij — evenals *Haüy* en *de Mairan* — ook aan de streping wel enige waarde toekent om achter de structuur te komen. In de Voorrede verwijt hij *Haüy* dan ook niet, dat deze uit de streping conclusies trekt over de structuur van granaatkristallen, maar vestigt er slechts de aandacht op, dat er ook een *andere* streping optreedt, die op *verschillende* structuur wijst¹¹⁾.

Zo ook bij het ijzererts van Elba. Hij constateert, dat de vorm enigszins met die van een kalkspaatvariëteit (var. 3; Pl. IV **, no. 6) overeenkomt; het verschil is echter, dat de hoeken tussen de poolribben bij het ijzererts stomper zijn en dat de streping bij het ijzererts evenwijdig aan de bases der pyramiden is, bij het kalkspaat loodrecht er op, wat volgens hem op andere onderlinge ligging der „elementaire lamellen” en dus ook op andere vorm der „molécules intégrantes” wijst.

...ce qui indique une juxtaposition différente des lames élémentaires qui composent ces cristaux, et conséquemment une figure très-dissémbable dans les molécules intégrantes de l'une et de l'autre espèce¹²⁾.

3. *Kristalsplijting en kristalstructuur van kalkspaat volgens Romé.*

Romé heeft niet gezegd, dat hij nooit de structuur zou aangeven, maar slechts, dat hij het *zelden* zou doen¹³⁾. Het opstellen van structuurtheorieën werd door hem *niet volstrekt en principieel* verworpen. Zijn hoofdbezwaar was immers, dat we nog niet voldoende kristalvormen kennen en dus op enkele gevallen een theorie zouden bouwen, die door later ontdekte gevallen omvergeworpen zou worden. Hij was er echter van overtuigd, dat hij zelf van sommige stoffen (gips, kalkspaat, zwaarspaat, vloeispaat, zeoliet, bergkristal, granaat, mica¹⁴⁾) vrijwel alle bestaande vormen beschreven had en voor die gevallen kunnen we dus het eerst verwachten, dat hij pogingen tot een structuurtheoretische interpretatie van die vormen zal wagen. Voor het gips beschreven we reeds eerder *Romé's* structuurtheorie¹⁵⁾; we willen nu onze aandacht vestigen op het kalkspaat, waarvan hij 32 variëteiten beschreef, dus een voor die tijd zeer uitgebreide kennis bezat.

Er is voor *Romé* geen twijfel mogelijk of de splijtingsrhomboëder van kalkspaat (dus het IJslandse spaat) is de *primitieve vorm*, uit welke dus alle variëteiten dienen te worden afgeleid door afstomping.

Alvorens nu tot de beschrijving dier variëteiten over te gaan, brengt *Romé* eerst nog een flinke degenhouw aan *Haüy* toe. *Haüy* had beweerd, dat hij uit de vorm van het zeszijdige kalkspaatprisma (la forme prismatique hexaèdre régulière et sans pyramides) door berekening de hoeken van het daaruit afgespleten primitieve rhomboëder gevonden had op 101°32' en 78°28'. Hoe? Dat is *Romé* een raadsel, maar hij, *Romé*, heeft die hoeken *gemeten* op 102°30' en 77°30'. Zo heeft hij voor de secundaire rhomboëder eveneens de hoeken *gemeten* (65° en 115°) en niet *berekend* (*Haüy*: 65°40' en 114°20').

„Je me contenterai d'observer que la valeur de 77°30' et de 102°30' que m'a donnée le rhombe ou rhomboïde primitif du cristal d'Islande (Pl. VIII, fig. 12 et 16), n'est point le résultat du calcul, mais de l'observation”¹⁶⁾.

Na aldus nog eens de nadruk gelegd te hebben op het feit, dat hij zich aan de *ervaring* en *Haüy* zich aan de *theorie* houdt (*Haüy* geeft inderdaad veel te nauwkeurige getallen voor de toenmalige hulpmiddelen!), drukt hij zijn bevreemding erover uit, dat *Haüy* nooit hoeken tussen vlakken aangeeft, maar steeds alleen die tussen ribben van de kristallen, „die hij met zoveel vaardigheid in stukken snijdt”¹⁷⁾. (*Haüy* heeft dit tekort in latere publicaties aangevuld).

Onder de variëteiten die *Romé* beschrijft komen een tweetal lichamen voor, die, evenals de primitieve vorm, rhomboïdaal zijn. We hebben dus:

- 1°. *de primitieve rhomboëder* (Cristal d'Islande; Pl. IV **, fig. 1—3). Deze wordt begrensd door ruiten (plans rhombes; Pl. IV, no. 1) of parallelogrammen (plans rhomboïdaux; Pl. IV, nos. 2—3) met hoeken van 102°30' en 77°30' (Pl. VIII, fig. 12 et 16)¹⁸⁾.
- 2°. *de zeer stompe rhomboëder* (variété 2, „spath calcaire en parallélipèdes rhomboïdaux très-comprimés”, ook wel „spath lenticulaire” genoemd; Pl. IV, no. 5), begrensd door „secundaire” ruiten of parallelogrammen met hoeken van 115° en 65° (rhombe ou rhomboïde secondaire; Pl. VIII, fig. 13 et 17)¹⁹⁾.
- 3°. *de scherpe rhomboëder* (variété 12, spath calcaire muriatique; Pl. IV **, no. 45), begrensd door ruiten met hoeken van 75° en 105° (Pl. VIII, fig. 14)²⁰⁾.

De zeer stompe rhomboëder (var. 2) wordt afgeleid door truncatie van de poolribben van de primi-

** Planche IV en het eerste vervolg daarvan is afgebeeld in het vorige artikel, Chem. Weekblad 47, 854 (1951). Men zie ook: Chem. Weekblad 47, 299 (1951), fig. 3.

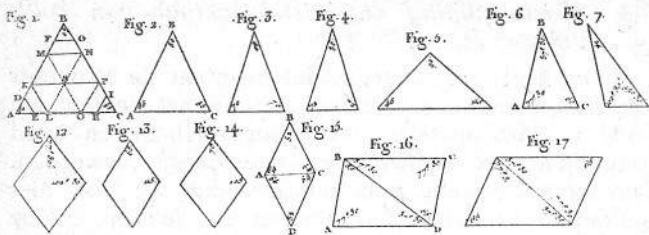


Fig. 2.

Geometrische figuren bij Romé's structuurtheorie
(uit *Cristall*, T IV, Planche VIII).

- Fig. 12. Vlak van een primitieve kalkspaastromboëder (ijsl. spaat).
- Fig. 16. Samenstelling van een vlak van de primitieve kalkspaastromboëder uit elementaire driehoeken.
- Fig. 13. Vlak van een zeer stompe (spijkerkop-)rhomboëder van spath lenticulaire.
- Fig. 17. Samenstelling van een vlak van de zeer stompe rhomboëder uit elementaire driehoeken.
- Fig. 14. Vlak van een scherpe rhomboëder van spath calcaire muriatique.
- Fig. 6. Ongelijkzijdige elementaire driehoek, die als bouwsteen van fig. 16 en fig. 17 dient.
- Fig. 1. Samenstelling van een hexagonaal basisvlak uit 6 gelijkzijdige driehoeken of 3 ruiten.
- Fig. 7. Skalenoëdervlak dat (afgestompt) optreedt bij varkenstandkristallen.

tieve rhomboëder (figure primitive)²¹). Uit de rhomboëder van IJslands spaat $\{r\ 10\bar{1}1\}$ ontstaat aldus de rhomboëder $e\ 0\bar{1}12$. Dat zij nauw verwant zijn, wordt in de afbeelding tot uitdrukking gebracht door var. 2 (Pl. IV, no. 5) kort na het IJslandse spaat (Pl. IV, nos. 1—3) te plaatsen.

De spitse rhomboëder van het spath muriatique (d.i. de vorm $f\ 0221$) staat er verder van af; de vervolgplaat wordt er mee begonnen (Pl. IV **, no. 45). Deze vorm is volgens Romé het omgekeerde (une inversion) van beide vorige, want waar de primitieve vorm *stompe* hoeken tussen de poolribben heeft, heeft deze daar *scherpe* hoeken en waar de secundaire vorm (var. 2) een hoek van 65° tussen de ribben van een vlak heeft, heeft deze een tweevlakshoek van 65° tussen een poolribbe en het tegenoverliggend vlak²²).

Met deze vorm weet Romé eigenlijk geen raad. Hij geeft niet aan, hoe zij uit de primitieve vorm afgeleid moet worden (bij var. 2 deed hij dat wèl). Hij is zelfs geneigd haar als „spath calcaire secondaire” te onderscheiden van de „spaths calcaires primitifs” (Ijssl. spaat en zijn afgeleide vormen), want ze blijkt steeds van dierlijke oorsprong te zijn²³; ze komt voor in fossiele schelpen en in de mariene kalkafzettingen van Fontainebleau²⁴. Bij verwarming wordt ze lichtgevend, wat IJslandse spaat (en zijn afgeleiden) niet doet. Blijkbaar denkt Romé hier wel aan enig verschil in *chemische samenstelling*, want hij vergelijkt dit geval met dat van steenzout, dat — hoewel „de kubische vorm hem eigen is” — uit urine in regelmatige octaëders kristalliseert²⁵; de zeedieren konden bij de inversie van de IJslandse naar de spitse vorm de kalkmaterie wel eens op dezelfde wijze bewerkt hebben²⁶. Geheel zeker is Romé hier niet van; hij noemt het een „gissing” (conjecture).

De spitse vorm komt ook voor bij de gekristalliseerde zandsteen van Fontainebleau (kwarts met kalksteen gemengd) en Romé vindt dit een treffend bewijs, dat de rhomboëder de

„essentiële en primitieve vorm” van het kalkspaat is, daar hij gehandhaafd blijft, ondanks de bijmenging van de vreemde kwartskorrels:

„On ne peut douter aujourd'hui que le parallépipède rhomboïdal ne soit la forme essentielle et primitive du spath calcaire, puisqu'il la conserve malgré l'interposition d'une multitude de petits grains de quartz dans le grès dont il s'agit”²⁷).

Men zou geneigd zijn hieruit op te maken, dat Romé hier nogmaals constateert, dat de IJslandse rhomboëder de algemene vorm der kalkspaatkristallen is, want de spitse rhomboëder is toch niet de „primaire en essentiële” vorm van het kalkspaat! Het merkwaardige is echter, dat hij, die in de Inleiding tot het Kalkspaat gezegd had, dat *alle* kalkspaatvormen van de IJslandse rhomboëder af te leiden zijn omdat ze in daarmee gelijkvormige rhomboëders uiteenvallen bij splijting, nu niet méér bedoelt dan dat ze allen van een of andere rhomboëder af te leiden zijn. Het dubbelzinnig gebruik van de uitdrukking „primitieve vorm”, die nu eens de „qualitatieve” aanduiding geeft, dat de primitieve vorm van kalkspaatvariëteiten een of andere rhomboëder is en dan weer, dat het een bepaalde, scherp omschreven (IJslandse) rhomboëder is, wekt gemakkelijk verwarring en drukt trouwens Romé's eigen verlegenheid uit.

Hoe het ook zij, aan de ene kant wil hij het verband van de spitse rhomboëder met het IJslandse spaat niet verbreken (het is dan toch altijd nog „variëteit 12” daarvan), aan de andere kant wordt deze spitse rhomboëder niet van het IJslandse spaat afgeleid, maar dient hij als uitgangsvorm voor enige andere door truncatie eruit ontwikkelde vormen (namelijk de variëteiten 13—20; var. 21, *dent de cochon*, is echter weer „très-certainement une modification du cristal d'Islande”²⁸). Eigenlijk worden dus bij het kalkspaat twee primitieve vormen aangenomen!²⁹).

Hij meent zelfs, dat de spitse rhomboëder van „spath muriatique” niet zó te splijten is, dat er een „kern” van IJslandse spaat overblijft, daar de rhomben er tegengesteld gericht liggen.

C'est d'après cet habile. Chimiste (scil. Bergman) que M. l'abbé Haüy a cru pouvoir avancer que les cristaux calcaires avoient tous un noyau rhomboïdal entièrement semblable au cristal d'Islande, et qu'il est possible de mettre à découvert en enlevant par différentes sections toute la matière excédente. Je serois curieux de savoir comment ces Messieurs s'y prendroient pour extraire un pareil noyau du spath calcaire muriatique dont les rhombes sont engagés dans un sens directement contraire à ceux du cristal d'Islande³⁰).

Het is Haüy niet moeilijk gevallen deze uitdaging aan te nemen en een van de weinige keren, dat hij in zijn Essai van 1784 Romé de Lisle vermeldt, is dat om mede te delen, dat hij er inderdaad in geslaagd is uit deze variëteit de kern af te zonderen³¹).

We hebben hier een geval besproken, dat mogelijkerwijze een *chemische* oorzaak tot een andere vorm leidt, zodat een eigenlijke meetkundige afleiding achterwege kon blijven.

Bij de verklaring van de variëteiten die in ondubbelzinnig verband met het IJslandse spaat staan, ontmoeten we echter ook wonderlijke (en dikwijls tegenstrijdige) opvattingen.

A. Zo wordt de afleiding van de varkenstandskalenoëder zonder enig bezwaar van de veel gecritiseerde Bergman overgenomen en dus door het stapelen van lamellen op de primitieve vorm verkregen. Onmiddellijk naast deze *physische* afleiding wordt echter ook zijn eigen *formeel-geometrische* afleiding door truncatie gegeven.

Cette variété qui, suivant l'observation de M. Bergman, paroît résulter de la juxtaposition de lames rhomboïdales toujours décroissantes sur les six faces du parallépipède rhomboïdal, est très-certainement une modification du cristal d'Islande, ou du parallépipède rhomboïdal à plans rhombes de $77^\circ 30'$ et de $102^\circ 30'$ (Pl. IV fig. 1).

On peut la considérer aussi comme produite par la troncature en double biseau des six arêtes formées par la réunion des deux pyramides trièdres obtuses de ce parallépipède (Pl. IV ** fig. 79 et 27) ³²).

B. Maar deze lamellen doen hem toch niet vergeten, dat de primitieve vorm zelf moet bestaan uit molécules intégrantes van gelijke vorm. Het merkwaardige is echter, dat hij ook deze molecuulvorm niet alleen door zijn geometrische intuïtie maar wel degelijk weer op fysieke gronden, namelijk door splijting, vindt. De beschrijving daarvan doet onwillekeurig de vraag rijzen of de critiek op *Haüy* niet voor een deel meer door persoonlijke antipathie dan door overtuiging ingegeven was. Hij begint met te verklaren, dat alle variëteiten van kalkspaat (en niet alleen het IJslandse kristal) uit rhomboïdale lamellen samengesteld zijn, welke gemakkelijk uiteenvallen in rhomboïdale parallelpipeda van de vorm van het IJslandse spaat.

... (la pierre calcaire en cristaux distincts) est composée de lames ou feuillets minces, mais qui se divisent facilement en parallépipèdes rhomboïdaux (Pl. IV fig. 1—3), ... ces variétés, quelque éloignées qu'elles nous paroissent dans leur intégrité de la forme rhomboïdale, se cassent toutes en parallépipèdes rhomboïdaux de différentes épaisseurs, qui ne diffèrent du parallépipède rhomboïdal primitif du spath calcaire (Pl. IV fig. 1), que par ... une défecuosité accidentelle ... ³³).

De rhomboëder van IJslands spaat is dus bij hem de primitieve vorm, niet alleen omdat hij de andere vormen eruit kan afleiden door ribben en hoekpunten af te stompen, maar ook omdat al deze variëteiten splijten in lichaampjes van deze vorm!

De afgeleide vormen ontstaan door andere rangschikking van deze zelfde rhomboëdertjes; met name noemt hij in de Inleiding tot het kalkspaat de rhomboëders van de „zeer stompe” spath lenticulaire (dus var. 2) en de varkenstandkristallen (waarvoor men echter, op grond van zijn aanvaarding van *Bergman's* afleiding, een gelijke rangschikking als bij het IJslandse spaat zou verwachten!).

... le spath calcaire lenticulaire à pyramides trièdres obtuses, de même que le pyramidal à double pyramide hexaèdre aiguë, ne sont qu'une agrégation différente des parallépipèdes rhomboïdaux du cristal d'Islande ³⁴).

C. Er is dus een duidelijke uitspraak, dat IJslands spaat en „spath lenticulaire” (dus de grondvorm en var. 2) slechts verschillen in rangschikking van de rhomboëdrische molécules ³⁵). Het is dan ook een verrassing, als we even verder ³⁶) een theorie vinden, die het verband tussen deze beide vormen legt op grond van onderstellingen over de molecuulvorm, die geheel onverenigbaar met deze uitspraak zijn.

Plotseling neemt hij als „molécules intégrantes élémentaires scheefhoekige driehoeken (triangles scalènes) aan, die op de ene wijze aaneengelegd het „primitieve parallelogram” (rhomboïde primitif), op de andere wijze aaneengelegd het „secondaire parallelogram” geven. Een hypothese dus, die te vergelijken is met het door *la Hire* geïnspireerde procédé dat hij bij gips ³⁷) reeds toepaste.

Voyez dans l'explication des figures 16 et 17, Pl. VIII, comment on peut concevoir la conversion du rhomboïde primitif du spath en un autre rhomboïde que j'appelle secondaire, parce qu'il paroît résulter de l'agrégation différente des mêmes molécules intégrantes élémentaires, que je suppose être un triangle scalène (ibid. fig. 6), ayant trois angles aigus, le premier de 65°, le second de 37°30' et le troisième de 77°30' ³⁸).

Weliswaar staat deze opmerking slechts in een

noot en wordt ze voorzichtig aangediend, maar zij is toch in het geheel van zijn werk een dissonant die niet alleen staat. Om deze afleiding mogelijk te maken moet hij nu naast de ruitvlakken ook scheefhoeken met ongelijke zijden als bouwstenen invoeren; de hele redenering volgens welke fig. 16 en 17 (van Pl. VIII) slechts door verschillende rangschikking van dezelfde elementaire driehoeken ontstaan, stort ineen als men zuiver ruitvormige kristalvlakjes (fig. 12 en 13 van pl. VIII) aanneemt (waartoe op grond van de trigonale symmetrie van kalkspaat alle reden is). Bovendien maakt hij nog de fout de diagonaal BD met de optische as te verwarren ³⁹).

Van het spath muriatique (var. 12) wordt in dezelfde roelichting ⁴⁰) slechts vermeld, dat de daarbij optredende hoek van 75° het dubbele is van de hoek van 37½° van de „triangles scalènes”. Een „afleiding” wordt echter weer niet gegeven.

D. Nog erger is, dat hij de basisvlakken van het hexagonale prisma van kalkspaat, tegenover *Haüy*, als uit drie ruiten (met 60° en 120°) opgebouwd denkt, dus bij die variëteit met een derde soort van molécule integrante aan komt! (Ook bij ijs worden voor een analoge vorm gelijkzijdige driehoeken als bouwstenen aangenomen).

... l'hexagone régulier qui termine un tel prisme ne peut être censé produit que par trois rhombes de 60° et 120° (Pl. VIII, fig. 1. MKLS, LOPS, PNMS) ⁴¹).

Na dit alles is het onverwacht, dat hij de ongelijkzijdige driehoeken („triangles scalènes”) van de (varkenstand)-skalenoëder (met hoeken van 24°, 53½° en 102½°; Pl. VIII, fig. 7) niet poogt door te laten gaan voor elementaire driehoeken van die kristallen. Hij houdt zich nu braaf aan *Bergman* en aan de ervaring en zegt, dat de „spath calcaire pyramidal, dit à dents de cochon” (var. 21; Pl. IV **, fig. 28) door superpositie van steeds afnemende rhomboïdale lamellen met hoeken van 102½° en 77½° ontstaan is ⁴²).

In plaats van de met de gehele strekking van zijn werk overeenkomende, op grond van het fysisch-mechanische proces der splijting bij vrijwel alle kalkspaatkristallen erkende rhomboëdrische molécules heeft *Romé* dus in laatste instantie een meetkundige speculatie gesteld aangaande driehoekige plaatjes, die

- 1°. òf voor verschillende variëteiten verschillende vormen vertonen (bij de IJslandse rhomboëder de ongelijkzijdige driehoek; bij het hexagonale prisma de gelijkzijdige driehoek),

- 2°. òf wel dezelfde vorm vertonen, maar verschillend gerangschikt zijn (IJslandse spaat vergeleken met spath lenticulaire).

Terwijl daarnaast 3°. soms verschillende variëteiten dezelfde vorm en rangschikking van rhomboïdale molécules hebben (IJslandse spaat en varkenstandskalenoëder).

Hier is de critiek van toepassing, die hij zelf op anderen uitbracht. Immers, zijn theorieën zijn, als die van *de Mairan*, zuiver meetkundige speculatie zonder fysische achtergrond en de waarschuwing aan *Bergman* en *Haüy*, dat een structuur die voor de ene vorm van een stof zou passen, bij een andere tekort schiet, kan ook toegepast worden op zijn eigen voortdurend wisselende opvatting van de kalkspaatmoleculen.

Vooral is het een raadsel, hoe hij de paralleloipedische moleculen, waarvan hij op grond van de analogie met de primitieve vorm en op grond van de splijting zeker was, nu in de steek laat voor driehoekjes, die hij zelf herhaaldelijk als „hypothetisch” aanduidt (triangles scalènes hypothétiques)⁴³⁾ en voor welke bestaan geen enkel gegeven pleitte.

Zo lang hij zich aan de *beschrijving* houdt (en dat doet hij vrijwel altijd), is Romé op veilig terrein en geeft hij juiste critiek op gangbare dwalingen.

Bij de beschrijving van var. 1 (spath calcaire en prismes hexaédres, terminés par des pyramides triédres à plans rhombes, Pl. IV fig. 87; d.i. Bergman's fig. 1) merkt hij op, dat deze vorm bij granaat en schorl een toermalijn niet geheel gelijk is aan die van kalkspaat, daar er aanmerkelijk verschil in hoeken is⁴⁴⁾.

Hoewel hij bij het zeszijdige prisma dat eindigt in „pyramides en tête de clou” (var. 4, Pl. IV fig. 9; de vormen a en e, {1010} en {0112}) dus het spijkerkopkristal met vijfhoekige vlakken**, nalaat te vermelden, dat Bergman's opvatting niet strookt met de splijtrichtingen (hij noemt Bergman hier zelfs niet), legt hij toch het juiste verband met var. 2 {0112}: hij ziet, dat de spijkerkoppyramide van var. 4 en de „zeer stompe” rhomboëder van var. 2 (spath lenticulaire) dezelfde hoeken hebben⁴⁵⁾.

Als theoreticus heeft Romé zich echter zeer zwak getoond. Brokstukken van de opvattingen van al zijn voorgangers laat hij, tegen wil en dank, zijn werk binnensluipen: lamellen (Bergman), driehoekjes (*La Hire* en *Bourquet*), polyeders van dezelfde vorm als het hele kristal (*Leeuwenhoek* en *Guglielmini*), fungeren afwisselend als bouwstenen der kristallen. Verschil tussen secundaire vormen wordt nu eens aan de vorm der moleculen (veroorzaakt door andere chemische samenstelling of door andere structuur der moleculen), dan weer aan andere rangschikking van dezelfde moleculen toegeschreven.

Erkend moet evenwel worden, dat hij nooit tot een

werkelijke afleiding van de structuur der afgeleide vormen overgaat, dat zijn inconsequenties incidenteel zijn en in zijn omvangrijk werk een geringe plaats innemen, dat hij zich in het algemeen houdt bij de volgens hem op ervaring of op duidelijke analogie gegronde opvatting, dat de moleculen de vorm van het primitieve kristal hebben. Hij poogt niet met behulp van dit laatste gegeven een algemene structuurtheorie op te stellen; de wetenschap heeft daardoor, gezien zijn vooroordelen (o.a. dat verschillende vormen van dezelfde soort verschillende structuur zouden hebben) en gezien zijn geringe bekwaamheid in het theoretiseren, waarschijnlijk niet veel gemist. Zijn sterke kant was de exacte beschrijving en de geometrische intuïtie, niet de theorie. Zijn persoonlijke voorkeur voor het empirisme en zijn persoonlijke aanleg voor de exacte waarneming harmonieerden op een gelukkige wijze.

Groth heeft in zijn *Geschiede der mineralogischen Wissenschaften*⁴⁶⁾ aan Romé's mededinger Haüy de kritiek niet gespaard, noch wat zijn persoon, noch wat zijn werk betreft. We hebben de persoonlijke kwestie hier buiten beschouwing gelaten (ongetwijfeld is Romé de Lisle onrechtvaardig behandeld en Haüy daarentegen sterk geprotegeerd; ongetwijfeld heeft Romé de Lisle de gewoonte zijn bronnen nauwkeurig te vermelden en is Haüy in zijn eerste publicaties geneigd dit slechts te doen als zijn eigen glorie daardoor geen afbreuk gedaan wordt). Wat de wetenschappelijke kant betreft, hebben we willen aantonen, dat, wat men ook tegen Haüy's werk moge inbrengen (en Groth laat de geringste dwaling niet onvermeld), ook Romé de Lisle's werk, als we het onder de loupe nemen niet die gaafheid vertoont, welke het op een afstand lijkt te bezitten.

¹⁾ Romé de Lisle, *Cristallographie*, Paris 1783, T. I. p. XXIV.

²⁾ Romé, I, p. XXVIII.

³⁾ Romé, I, p. XXIX—XXX.

⁴⁾ Het verwijt, dat hij een vermeende „kern” in de kristallen aanneemt, had Haüy wel enigszins verdiend door de realistische wijze waarop hij over die kern sprak. Toch wordt hem hier een soortgelijk onrecht aangedaan als hij zelf den „truncateurs” aandeed: de „kern” (noyau) werd zeker niet opgevat als een pit, die een vrijwel zelfstandig bestaan heeft in de vrucht.

⁵⁾ Romé, I, p. XXXI.

⁶⁾ Romé, I, p. 100.

⁷⁾ Hooykaas, R., De kristallografie van J. B. de Romé de l'Isle, *Chem. Weekblad* 47, (1951).

⁸⁾ Romé, I, p. 20. ⁹⁾ II, p. 21 (zwaarspaat). ¹⁰⁾ II, p. 416 (veldspaat). ¹¹⁾ I, p. XXIX. ¹²⁾ I, p. 508. ¹³⁾ Vergelijk I, p. XXVII. ¹⁴⁾ I, p. XXIV.

¹⁵⁾ Hooykaas, R., Kristalsplijting en kristalstructuur van gips. *Chem. Weekblad* 47, 188—189 (1951).

¹⁶⁾ Romé, I, p. 495. ¹⁷⁾ I, p. 495. ¹⁸⁾ I, p. 499. ¹⁹⁾ I, p. 504—

505. ²⁰⁾ I, p. 520—521. ²¹⁾ I, p. 505. ²²⁾ I, p. 521.

²³⁾ I, p. 523. ²⁴⁾ I, p. 524—525. ²⁵⁾ I, p. 379. Ureum bevordert het optreden van kubusvlakken aan steenzout.

²⁶⁾ I, p. 524. ²⁷⁾ I, p. 502. ²⁸⁾ I, p. 531.

²⁹⁾ „Romé de l'Isle considérait celui (scil. le rhomboëdre) de 75° comme une seconde forme primitive des spaths calcaires, parce qu'il ne voyait aucun moyen de la ramener, même par des truncatures, à celui de 101°32'”. Haüy, R. J., *Traité de minéralogie*, Paris 1801, T. I, p. 25.

³⁰⁾ Romé, I, p. 502, noot 14.

³¹⁾ Haüy, R. J., *Essai d'une théorie sur la structure des cristaux*, Paris 1784, p. 108.

³²⁾ Romé, I, p. 531. ³³⁾ I, p. 493. ³⁴⁾ I, p. 72. ³⁵⁾ I, p. 72, 493. ³⁶⁾ I, p. 506. ³⁷⁾ I, p. 455—456. ³⁸⁾ I, p. 505, noot 16. ³⁹⁾ Tome IV, p. 6. ⁴⁰⁾ IV, p. 7. ⁴¹⁾ I, p. 494.

⁴²⁾ IV, p. 3. ⁴³⁾ IV, p. 6. ⁴⁴⁾ I, p. 504. ⁴⁵⁾ I, p. 509.

⁴⁶⁾ Groth, P., *Entwicklungsgeschichte der mineral. Wissenschaften*, Berlin 1926.